

MINERIA

Metalogenia de las mineralizaciones argentíferas del Sistema Central: Zona de Tamajón-Campillo de Ranas (Sierra del Guadarrama)

Por S. MONTEERRUBIO PEREZ (*), R. LUNAR HERNANDEZ (*) y E. VINDEL CATENA (*)

RESUMEN

En este trabajo se estudian los caracteres geológicos, geoquímicos, mineralógicos y metalogénicos de las mineralizaciones argentíferas de Tamajón-Campillo de Ranas.

La paragénesis pertenece al tipo Pb-Ag de SMIRNOV (1977). Los principales minerales de plata se presentan en forma de exolución en la galena y son la freieslebenita, freibergita, platas rojas, así como un sulfoantimoniuro de Cd, Ag y Pb que muy posiblemente constituya una nueva especie mineralógica.

Finalmente se propone que estas mineralizaciones de Tamajón probablemente son el resultado de una actividad hidrotermal tardía rica en plata cuyos efectos han sido mucho más amplios que los que se ponen de manifiesto en este área de estudio.

ABSTRACT

The geological, geochemical, mineralogical and metallogenical characteristics of the Ag ores from Tamajón-Campillo de Ranas are studied in this paper. The paragenesis belongs to the Pb-Ag type as defined by SMIRNOV (1977).

The most important Ag minerals occur as exsolution bodies in galena. These minerals are: freieslebenite, freibergite, rubby silvers as well as a Sb-sulfosalt of Cd, Ag and Pb (which most probably is a new mineral).

It is proposed that the Tamajón ores probably are the result of Ag-rich late hydrothermal activity whose effects are wider than initially expected.

1. INTRODUCCION

Las mineralizaciones de Tamajón-Campillo de Ranas se encuentran situadas en el cuadrante SE de la Hoja número 459 (Tamajón) del M. T. N. a escala 1:50.000 y se extienden a lo largo de una franja alargada de dirección NO-SE recorrida por la carretera de Tamajón a Majaelrayo, abarcando parte de los términos municipales de Tamajón, Campillo de Ranas y en menor proporción Almirante.

Se trata de un conjunto de mineralizaciones de plata situadas en el área central de una banda argentífera de dirección NE-SO, que se extiende en el Sistema Central desde las proximidades de La Acebeda-Robregordo hasta las conocidas minas de Hiendelaencina (fig. 1).

(*) Dpto. de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

Contrariamente a lo que ocurre con los sectores argentíferos adyacentes, como Hiendelaencina y las del norte de Madrid, sobre las minas de Tamajón no se ha encontrado bibliografía específica, contemporánea a las labores mineras. Sólo el Instituto Geológico y Minero (1974) realizó un programa de investigación de minerales de plata en Hiendelaencina y en él quedó incluida esta zona. En este estudio se catalogaron 24 indicios de plata en Tamajón y 27 en Campillo de Ranas, todos ellos de tipo filoniano, con direcciones variables, mineralización de plata y ganga de cuarzo.

2. EL MARCO GEOLOGICO

El área en que se centra este trabajo está situada en el sector oriental del Sistema Central, al este de la falla de Berzosa-Riaza. Este accidente tectónico se considera el límite entre las zonas

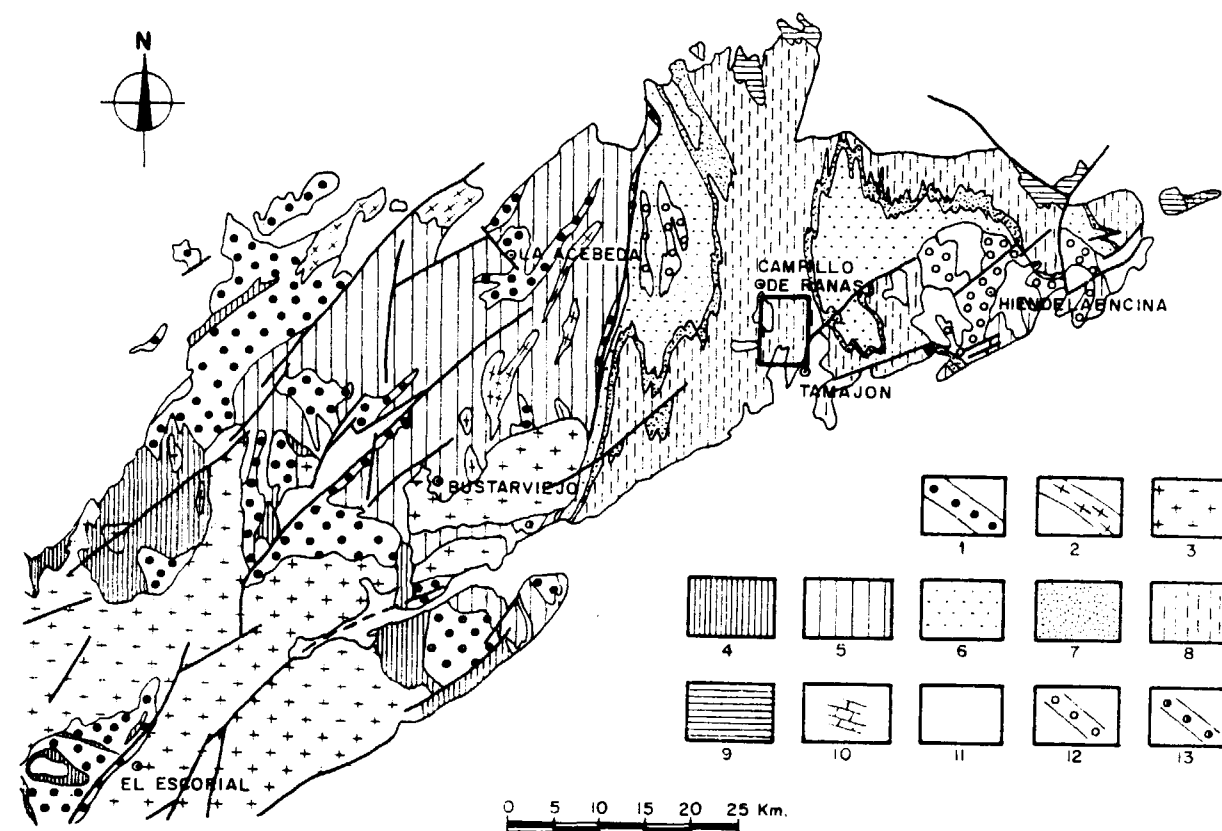


Figura 1.—Situación geológica. 1. Gneises glandulares. 2. Leucogneises. 3. Granitoides tardihercánicos. 4. Serie félica heterogénea. 5. Metasedimentos preordovícicos. 6. Tremadoc. 7. Skiddaviense. 8. Llandeilo. 9. Silúrico. 10. Carbonífero. 11. Sedimentos postpaleozóicos. 12. «Olla de Sapo». 13. Gneis de Riaza-Nazaret.

Galaico-Castellana y Asturoccidental-Leonesa (CAPOTE et al., 1977) en el sentido de LOTZE (1929), representando un importante cambio en lo que se refiere a caracteres estratigráficos, metamórficos y plutónicos. Así los sectores occidentales se caracterizan por la gran extensión de afloramientos preordovícicos, metamorfismo de estadios medio y alto y abundancia de cuerpos granitoides intrusivos. Estratigráficamente el sector oriental se caracteriza por el predominio de series ordovícicas y postordovícicas sobre los materiales cámbrico-precámbricos, los cuales únicamente afloran en los anticlinorios de Hiendelaencina y El Cardoso. El metamorfismo dominante es de grado bajo y el plutonismo inexistente.

Los rasgos tectónicos que configuran la estructura de esta zona son fundamentalmente Hercínicos, si bien existen evidencias tanto de movimientos Asínticos (GONZÁLEZ LODEIRO, 1980) como

de los Sárdicos, que han dado lugar a la discordancia entre el Ordovícico Inferior y su sustrato, equivalente a la existente en toda la zona Centro-Ibérica. Dentro de las deformaciones hercínicas, aunque han sido reconocidas por distintos autores hasta cuatro fases para este sector, es la primera la que define la geometría principal y la que da lugar a la deformación penetrativa más importante.

Las mineralizaciones objeto de este trabajo encajan en pizarras oscuras, muy monótonas que siguiendo la nomenclatura propuesta por GUTIÉRREZ MARCO et al. (1984) corresponden a la Formación Pizarras de Prádena, en el sentido restringido de SOERS (1972) y equivalente a los miembros Pr2+Pr3 del mismo autor. Esta unidad estaría comprendida en el Grupo Rodada (HAMMANN et al., 1982), el cual se sitúa estratigráficamente sobre las cuarcitas «Alto Rey» equiparables a la cuarcita

Armoricana. Los fósiles hallados en las inmediaciones de las mineralizaciones indican una edad Llanvirn-Llandeilo, sin más precisiones, si bien no se puede descartar el que la base de estas pizarras pertenezca aún al Arenig (GUTIÉRREZ MARCO et al., 1984).

El sinclinorio de Tamajón-Majaelrayo, de traza axial N-S, fue originado por la primera fase hercínica y apenas ha sido afectado por fases posteriores. Restringiéndonos al sector encajante de las mineralizaciones la estructura fundamental que se observa, es una esquistosidad de primera fase, muy penetrativa, que junto a la monotonía y falta de competencia de la litología, borra totalmente los planos So. Su dirección oscila entre N-S y N 35° O y el buzamiento varía entre 45° O y 65° E, no obstante localmente y debido a fracturas próximas, llega a tener otras disposiciones. La fracturación dominante presenta una dirección NE-SO, correspondiendo a los movimientos tardihercínicos, si bien han vuelto a funcionar durante la orogenia Alpina. El metamorfismo al que han sido sometidos estos materiales, es de grado bajo, estando comprendidos dentro de la zona de la clorita. Las paragénesis metamórficas de los mismos niveles estratigráficos en sectores próximos del NE son homogéneos dentro de cada nivel, estando el Devónico muy próximo al grado metamórfico muy bajo (APARICIO y GALÁN, 1980).

En lo que se refiere a rocas ígneas, las más próximas corresponden al plutón granítico de La Cabrera, situado 20 Km. aproximadamente al O de nuestro sector. Este batolito, según VINDEL (1982a, b), pudo actuar de foco generador de las mineralizaciones filonianas de la Sierra de Guadarrama. Aproximadamente a 40 Km. hacia el E existen manifestaciones volcánicas calcoalcalinas, las andesitas de Atienza, que según ANCOECHA et al. (1980) y HERNÁN et al. (1981) están en aparente relación temporal y composicional con el plutonismo hercínico del Sistema Central.

3. ESTUDIO DE LAS MINERALIZACIONES

En la figura 2 se han representado los indicios reconocidos en la zona y el esquema geológico de sus alrededores.

Las labores mineras más frecuentes son pozos rectangulares, verticales, de profundidad muy va-

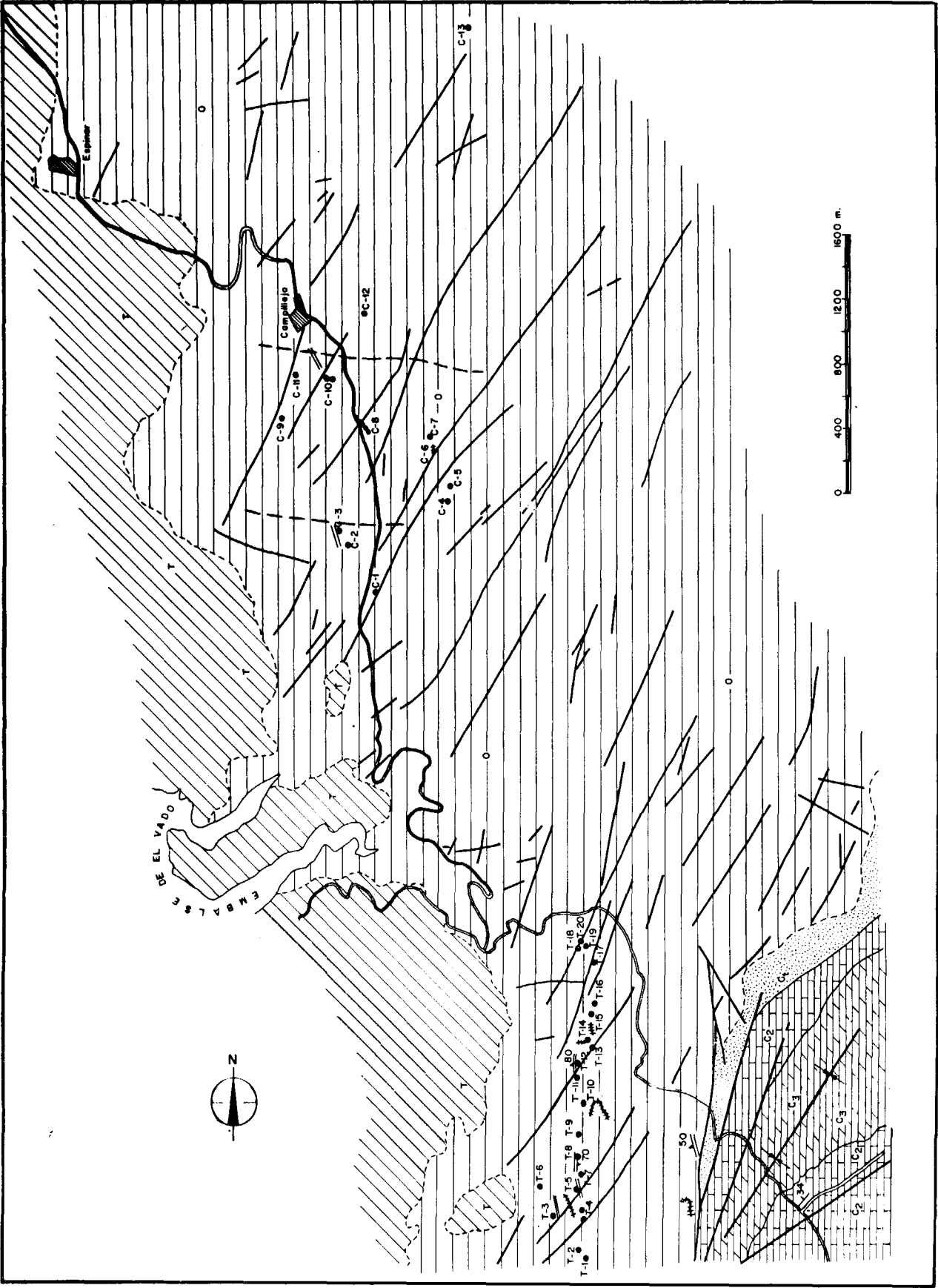
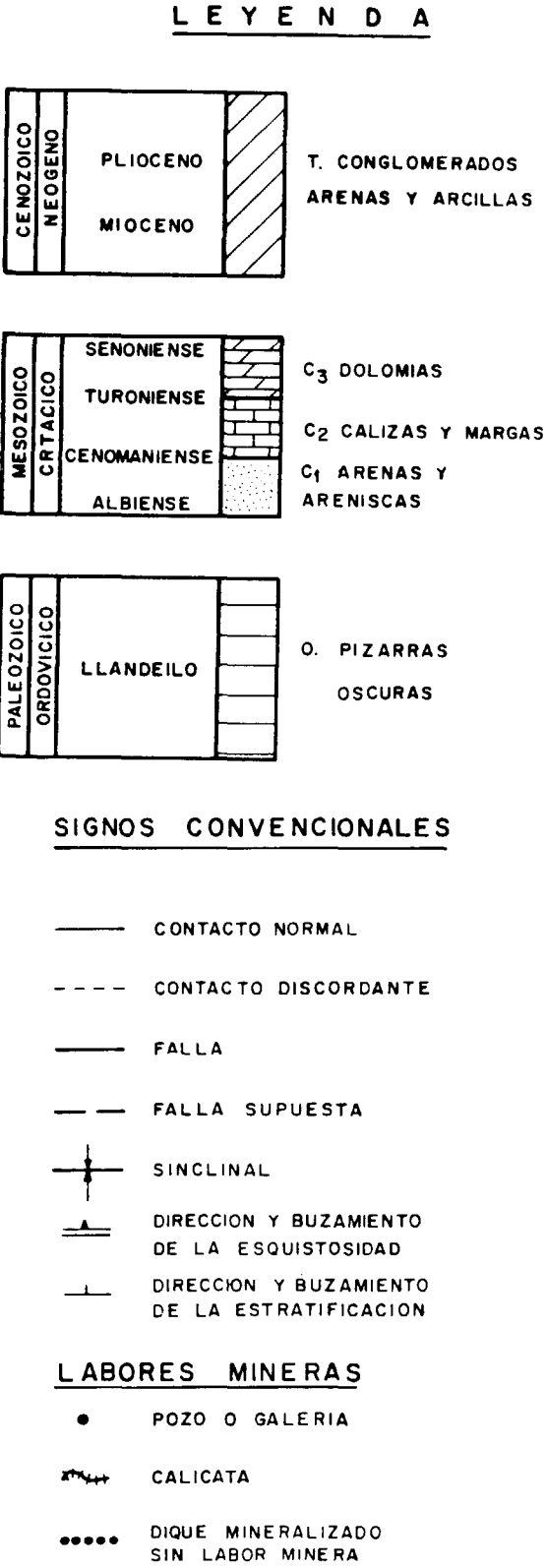


Figura 2.—Esquema geológico y situación de indicios.

riable. Su sección oscila entre 1,5 a 2 m. de ancho por 2 a 3 m. de largo, estando siempre la longitud mayor perpendicular a la esquistosidad de las pizarras encajantes. Existen también socavones, rafas y calicatas. Debido a la inaccesibilidad de las labores, las observaciones han sido realizadas en superficie.

3.1. El medio encajante

Las mineralizaciones argentíferas de Tamajón-Campillo de Ranas encajan en pizarras oscuras cuyas características mineralógicas son muy similares en toda la zona, variando únicamente el tamaño de grano y la proporción de cada mineral.

Estas pizarras están compuestas en su mayor parte por clorita, cuarzo y moscovita. De ellos, es la clorita, generalmente, el mineral más abundante, presentándose tanto en fenocristales así como formando parte de la matriz, junto al cuarzo y la moscovita (fig. 3). Como minerales accesorios se reconocen turmalinas, goethita, grafito y rutilo. La proporción de turmalina es muy variable presentándose desde muy accesoria hasta formar parte de los minerales principales.

3.2. Morfología y disposición de la mineralización

Las pizarras de este sector contienen diques de cuarzo de morfologías muy irregulares y en gene-



Figura 3.—Fenocristal de clorita rodeado por la foliación e inmerso en una matriz de cuarzo, sericita y clorita. L. Transm. N. C. $\times 80$.

ral de poca continuidad. A veces, estos diques se disponen concordantes con la esquistosidad de las pizarras, siendo precisamente éstos los que llegan a tener mayores potencias y corridas, si bien en ellos no se ha observado metalización. Otras veces, rellenan fracturas con direcciones diversas. De ellos, los observados con mineralización presentan direcciones variables entre N 70 E y N 140 E, buzamientos entre 55° y 70° hacia el N o NE y potencias entre 12 y 20 cm. (fig. 4).

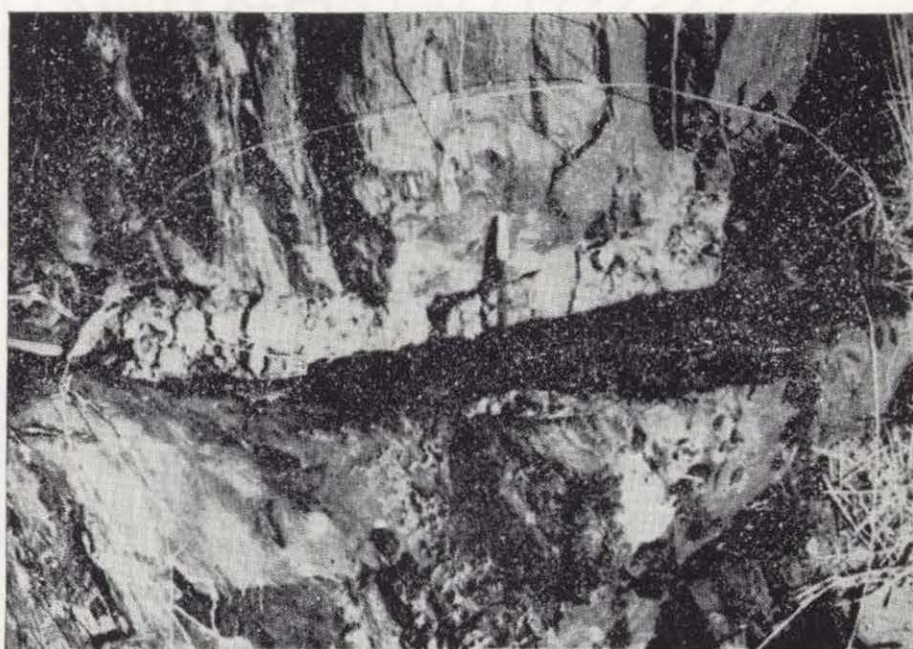


Figura 4.—Filón correspondiente al indicio C-5, a cuya continuación está excavada una galería.

Como es característico en filones que encajan en pizarras, muestran morfologías irregulares, arriñonadas, con cambios de dirección y a veces con ramificaciones secundarias. La mineralización, fundamentalmente arsenopirita y galena, se dispone en forma de nidos, y relleno de fisuras dentro del cuarzo, no habiéndose observado rellenos de brecha.

3.3. Mineralogía

Del conjunto de indicios estudiados, se puede señalar que existen a grandes rasgos dos tipos: un grupo, que se caracteriza desde el punto de vista mineralógico por ser la arsenopirita prácticamente el único mineral metálico hipogénico existente, y otro grupo de indicios que presentan una mayor variedad mineralógica, aunque la ar-

senopirita sea también en general el mineral más abundante.

La paragénesis, en general para todos estos indicios, está constituida por los siguientes minerales:

Minerales Hipogénicos: Arsenopirita, galena, pirita, freieslebenita, freibergita, esfalerita, calcopirita, pirrotina, sulfoantimoniuro de Cd, Ag y Pb y platas rojas.

Minerales Supergénicos: Escorodita, goethita, anglesita, cerusita y covellina.

Minerales de la ganga: Cuarzo y carbonatos.

Arsenopirita: Es el mineral más abundante. Se presenta en forma de cristales idiomorfos a veces intensamente fracturados, mostrando textura cataclástica. Es el primer mineral en depositarse puesto que los restantes minerales rellenan fracturas dentro de ella.

Existe cierta cantidad de Au que llega a valores de 0,5 gr/Tm. con el 3 por 100 de As, en análisis realizados sobre muestras de escombreras. No obstante, la correlación de la cantidad de arsenopirita y la de oro es muy baja entre los distintos indicios.

Galena: Es el segundo mineral en importancia. Se encuentra frecuentemente relleno de grietas y huecos en arsenopirita (foto 1), cuarzo y esfalerita.

Presenta exoluciones de minerales de plata en formas irregulares y a veces en laminillas. La freieslebenita es el más frecuente.

En una zona libre de exoluciones se ha realizado un análisis mediante microsonda electrónica para determinar su contenido en plata (tabla I, muestra 1). De este modo se observa que la galena no presenta Ag como traza y la fórmula coincide con la teórica. Esto indica que el contenido en plata era superior al admitido por la red de galena y ha pasado en su totalidad a formar parte de los minerales que constituyen las exoluciones.

Pirita: Es un mineral escaso en la paragénesis. Se encuentra en forma de cristales idiomorfos y granos alotriomorfos con inclusiones frecuentes de pirrotina. Frecuentemente se asocia a la arsenopirita.

TABLA I

Análisis mediante microsonda electrónica (las proporciones se expresan en porcentaje en peso)

| | 1 Ga | 2 Frg | 3 Frsl | 4 Frsl | 5 ? |
|--------------|---------|----------|-----------|-----------|--------|
| S | 13,40 | 20,86 | 20,10 | 18,25 | 15,34 |
| Pb | 86,60 | — | 38,97 | 35,49 | 13,00 |
| Ag | — | 36,22 | 17,97 | 21,20 | 17,00 |
| Sb | — | 26,76 | 22,46 | 25,60 | 18,90 |
| Cu | — | 10,86 | — | — | — |
| Fe | — | 5,30 | — | — | — |
| Cd | — | — | — | — | 35,76 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 99,50 | 100,54 | 100,00 |

FORMULAS EXPERIMENTALES

| | | | | | |
|-----------|------|-------|------|------|------|
| S | 1,00 | 13,00 | 3,33 | 2,76 | 6,16 |
| Pb | 1,00 | — | 1,00 | 0,83 | 0,80 |
| Ag | — | 6,71 | 0,88 | 0,95 | 2,03 |
| Sb | — | 4,39 | 1,00 | 1,00 | 2,00 |
| Cu | — | 3,41 | — | — | — |
| Fe | — | 1,89 | — | — | — |
| Cd | — | — | — | — | 4,09 |

Freibergita: Se presenta en forma de granos alotriomorfos relleno de huecos y fisuras en la arsenopirita (foto 2). También se encuentra, como exoluciones, en galena y formando películas intergranulares alrededor de la freieslebenita.

La determinación realizada por microsonda electrónica, ha puesto de manifiesto que se trata de un cobre gris rico en plata (36,22 por 100), es decir, término freibergita de fórmula $\text{Cu}_4\text{Ag}_6\text{Fe}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ (tabla I, muestra 2).

Freieslebenita: Se encuentra en forma de cuerpos de exolución tanto alargados, siguiendo planos (100) de la galena (foto 3), como irregulares. La mayoría de los cristales de galena observados, poseen este tipo de exoluciones en mayor o menor proporción. En la tabla I (muestras 3 y 4) se indica la composición química de las freieslebenitas. Como se puede observar presentan pequeñas diferencias composicionales y contenidos en plata variables.

Esfalerita: Se trata de un mineral escaso, asociado a galena y freibergita. Es frecuente que esté intensamente fracturado, mostrando textura cataclástica (foto 4).

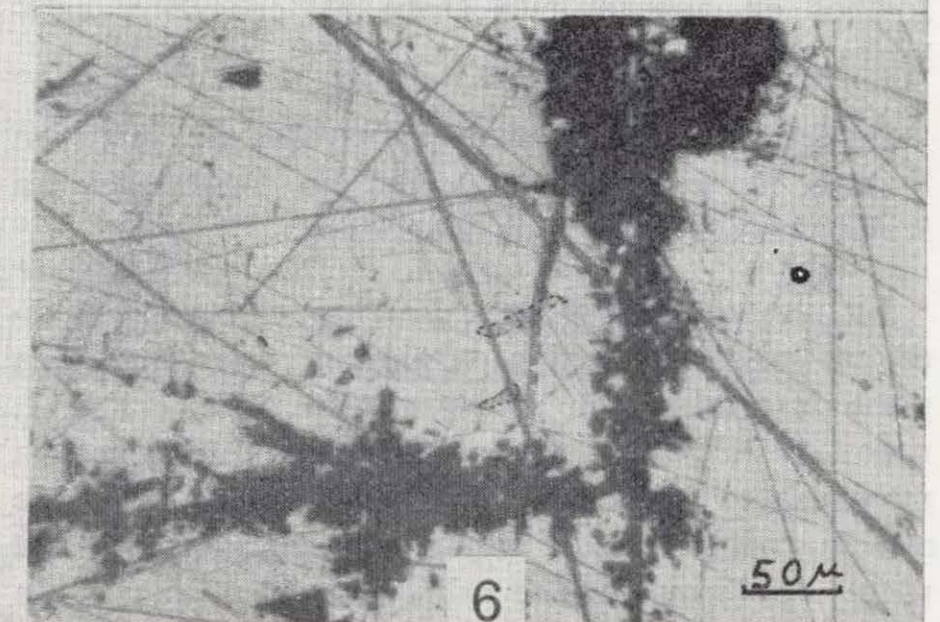
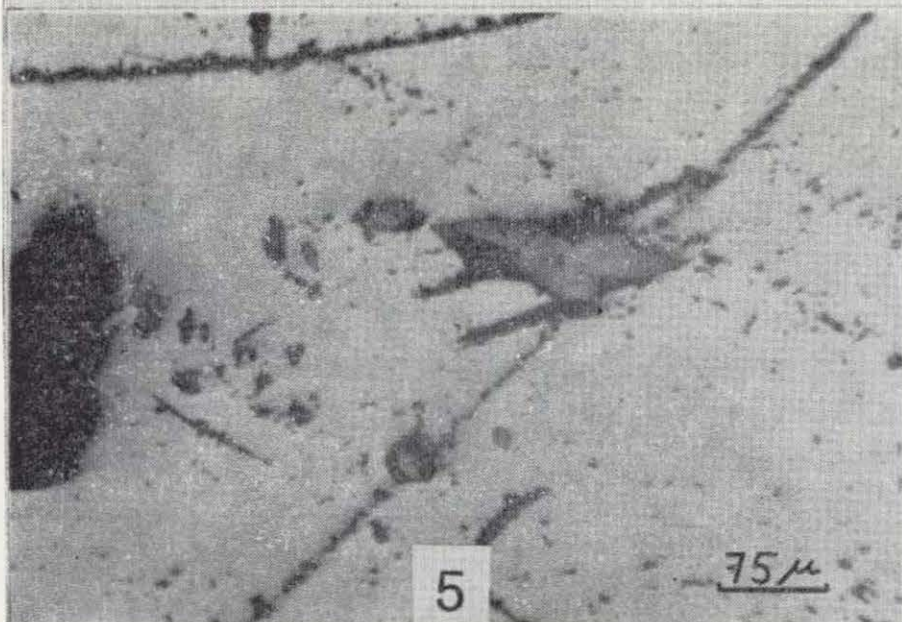
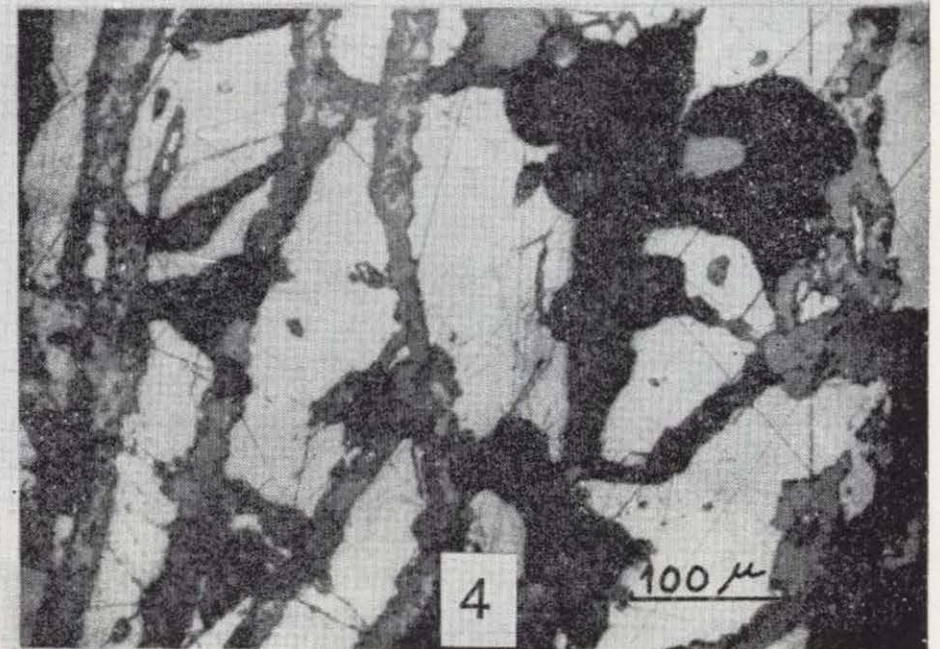
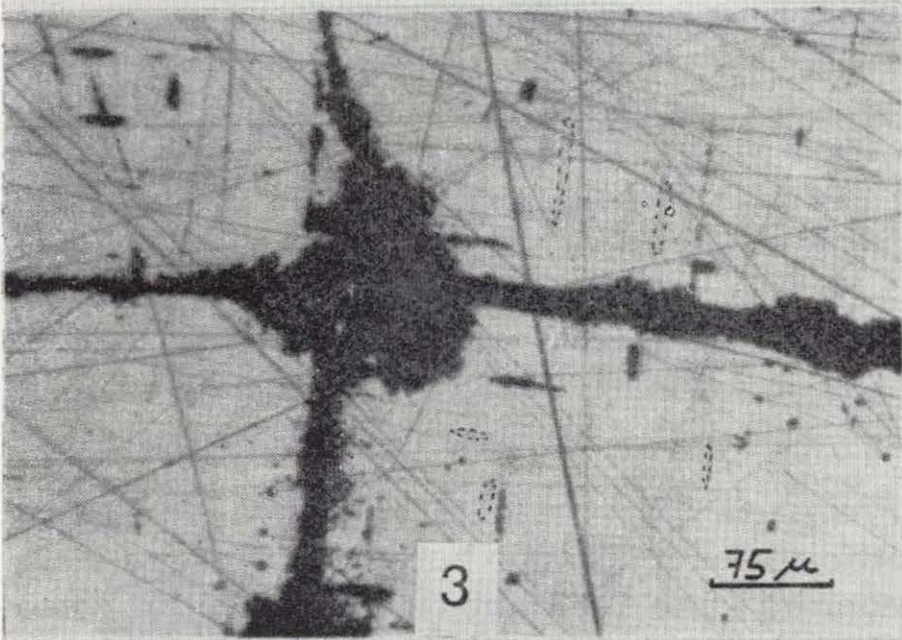
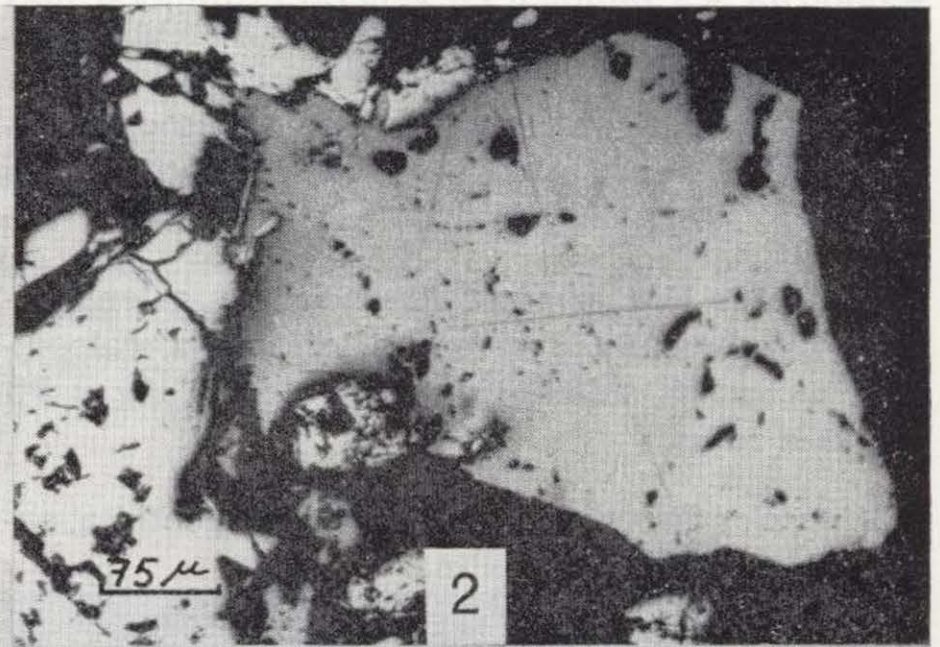
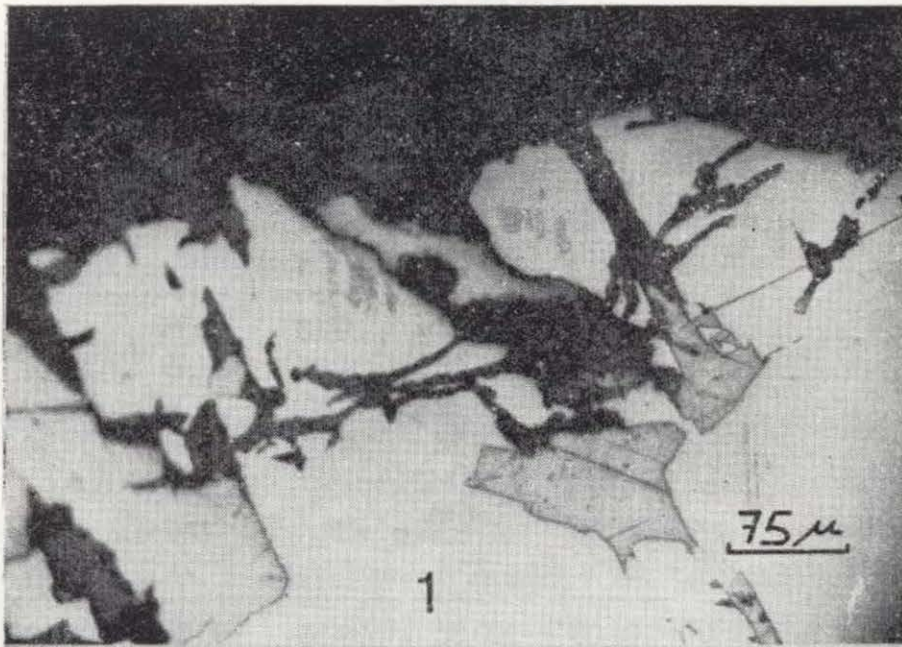


Foto 1.—Galena (gris) parcialmente alterada a anglesita (negro), rellenando huecos en arsenopirita (blanco). L. Refl. L. N. Inmersión.

Foto 2.—Huecos en arsenopirita rellenos por grandes cristales de freibergita. L. Refl. L. N. Inmersión.

Foto 3.—Exoluciones de freieslebenita orientadas según planos cristalográficos de la galena. L. Refl. L. N. Inmersión.

Foto 4.—Esfalerita con textura cataclástica. L. Refl. L. N. Inmersión.

Foto 5.—Inclusiones irregulares de pirrotina en pirita. L. Refl. L. N. Inmersión.

Foto 6.—Exoluciones de sulfoantimoniuros de Cd, Pb y Ag en galena. L. Refl. L. N. Inmersión.

Calcopirita: Mineral escaso que rellena huecos en arsenopirita y esfalerita.

Pirrotina: Es un mineral también muy escaso, presentándose generalmente relleno de pequeños huecos en arsenopirita y pirita (foto 5).

Sulfoantimoniuro de Ag, Pb y Cd: Además de la freieslebenita, la galena presenta otros cuerpos de exolución (foto 6) cuyo análisis químico-mineralógico ha revelado que no corresponde a ningún sulfoantimoniuro conocido (tabla I, muestra 5). Se trata de un sulfoantimoniuro de Pb y Ag muy rico en Cd, que puede tratarse de una nueva especie mineralógica de fórmula probable $S_6Sb_2PbAg_2Cd_4$. Se encuentra en forma de laminillas en galena, de forma similar a la freieslebenita.

Pirargirita: Es escasa y, como los otros minerales de plata de la paragénesis, se presenta como producto de exolución, sobre la galena.

Minerales supergénicos

La escorodita es el mineral supergénico más abundante como producto de alteración de la arsenopirita. Anglesita y cerusita reemplazan a la galena, y la covellina, muy escasa, sustituye a la freibergita. La goethita es muy abundante, fundamentalmente como producto de transformación de pirita.

Minerales de la ganga

El principal mineral de la ganga y muchas veces el único es el cuarzo. Se presenta en forma de cristales isogranulares de gran tamaño, mostrando a veces bandas de brechificación. Se pueden reconocer dos generaciones, una temprana, asociada a arsenopirita y otra tardía relleno de huecos junto a los últimos minerales en cristalizar. Los carbonatos son mucho más escasos y aparecen relleno de huecos en el cuarzo. También se reconocen moscovitas y cloritas, producto de asimilación de la roca encajante.

3.4. Paragénesis y sucesión mineral

La paragénesis de la mineralización de Tamián-Campillo de Ranas, corresponde al tipo Pb-Ag de SMIRNOV (1977).

Tal como se indica en el esquema de paragénesis y sucesión mineral (fig. 5) se reconocen tres etapas metalogénicas, una primera de As-Fe de temperatura más alta, una segunda de Cu-Zn de temperatura intermedia y una tercera más tardía de Pb-Ag-Sb de temperatura más baja.

El primer mineral en depositarse fue la arsenopirita y lo hace de forma mayoritaria acompañada de cuarzo, pirita y escasa pirrotina. Posteriormente se produce una importante fase de brechificación que fracturó los minerales preexistentes y a favor de la cual se depositaron los restantes minerales en huecos y fracturas.

En la etapa Cu-Zn, la menos importante en lo que a volumen se refiere, se depositan esfalerita y calcopirita, ambas muy escasas, especialmente la segunda. La freibergita marca la transición entre la etapa Cu-Zn y la Pb-Ag-Sb.

La galena es el mineral más importante de la etapa Pb-Ag-Sb, y segundo más abundante después de la arsenopirita. En este mineral se producen las desmezclas de los minerales de plata, debido a lo cual es la etapa más interesante desde el punto de vista económico.

Una última fase de brechificación señala el comienzo de la etapa supergénica, en la que los reemplazamientos de los minerales hipogénicos arsenopirita, galena y pirita por escorodita, anglesita, cerusita y goethita respectivamente, son frecuentes y abundantes. También, aunque en menor proporción, la covellina sustituye a la freibergita.

4. GEOQUIMICA DE LAS ROCAS ENCAJANTES

Para determinar el comportamiento geoquímico de los elementos metalogénicos en las pizarras encajantes de la mineralización, se ha efectuado un muestreo en algunos de estos indicios. Los elementos que se han analizado en estas muestras han sido Pb, Zn, Ag, Cu y As. Los resultados se han expuesto en la tabla II junto con el contenido teórico normal.

Las cinco primeras muestras corresponden a las inmediaciones del filón del indicio C-5 (fig. 4), tomadas entre 0 y 2 metros de distancia del mismo. Los resultados de los análisis de éstas, así como los de las próximas al T-14 y T-4 muestran un

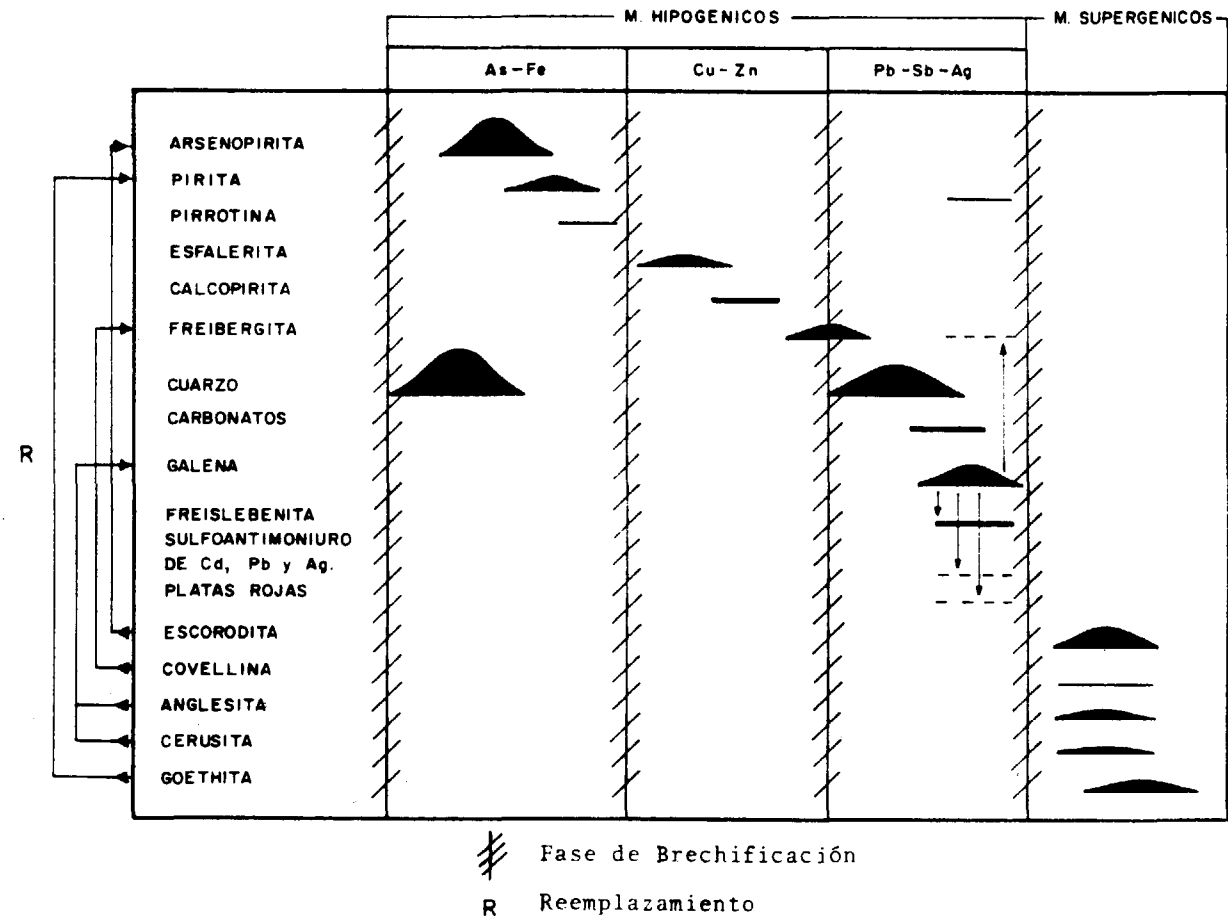


Figura 5.—Esquema de paragénesis y sucesión mineral.

elevado contenido en Ag, Pb y Zn comparado con el fondo geoquímico normal para este tipo de materiales (LEVISON, A., 1974).

El resto de las muestras tomadas a distancias superiores a 2 m. de los filones muestran ya valores próximos al contenido teórico normal. Se observa por tanto que las muestras con alto contenido metálico son las más próximas a los filones evidenciando una cierta contaminación de las pizarras por los fluidos mineralizantes.

5. HIPOTESIS GENETICA

Para establecer una hipótesis genética sobre el campo filoniano de Tamajón-Campillo de Ranas hay que tener en cuenta su situación en el contexto metalogénico de la plata del Sistema Central. Como ya se indicó anteriormente, estas minerali-

zaciones están situadas en una banda de yacimientos argentíferos que se extiende desde La Acebeda-Robregordo (MAYOR YAGÜE et al., 1986) al SO, hasta Hiendelaencina (MARTÍNEZ FRÍAS, 1986) en el NE, y que comprende las minas de Bustarviejo, Prádena del Ricón y Horcajuelo. Todas estas mineralizaciones están siendo actualmente objeto de estudio y presentan caracteres morfológicos, paragenéticos y composicionales semejantes.

Todas las mineralizaciones que constituyen la banda argentífera son filonianas y sin relación aparente con cuerpos intrusivos o extrusivos. La paragénesis y sucesión mineral de Tamajón es muy semejante a la de otras mineralizaciones cercanas, como Prádena del Rincón (VINDEL y GUMIEL, 1981), Bustarviejo (MARTÍNEZ FRÍAS et al., 1984) y Hiendelaencina (MARTÍNEZ FRÍAS, 1986). En todas ellas se reconoce la presencia de una fase de As-Fe de alta temperatura, una intermedia

TABLA II
Distribución de los elementos metalogénicos en las pizarras encajantes. La nomenclatura de cada muestra está relacionada, con el indicio de la figura 2 que tiene más próximo. El primer grupo lo forman muestras tomadas a distancias menores o iguales de 2 metros del filón, mientras en el segundo las distancias son mayores

| Muestra | Pb | Zn | Cu | Ag | % As |
|-----------------|-----|-----|-----|------|------|
| C-5,a | 90 | 200 | 40 | 5 | 0,01 |
| C-5,b | 65 | 310 | 15 | 2 | 0,01 |
| C-5,c | 400 | 700 | 25 | 5 | 0,01 |
| C-5,d | 180 | 820 | 32 | 3 | 0,01 |
| C-5,e | 265 | 425 | 30 | 8 | 0,01 |
| T-14,a | 360 | 210 | 135 | 16 | 0,03 |
| T-14,b | 195 | 210 | 20 | 0,5 | 0,05 |
| T-4,a | 130 | 275 | 19 | 3 | 0,01 |
| C-8,a | 20 | 95 | 20 | 0,5 | 0,02 |
| C-1 | 55 | 120 | 40 | 2 | 0,01 |
| C-8,b | 20 | 90 | 21 | 0,5 | 0,01 |
| C-7 | 44 | 137 | 20 | 0,5 | 0,01 |
| T-14,c | 20 | 185 | 20 | 0,5 | 0,04 |
| FONDO | | | | | |
| PIZARRAS | 20 | 100 | 50 | 0,05 | 15 |

de Cu-Zn y finalmente una tardía constituida esencialmente por galena y sulfoantimoniuros de plata. En Tamajón, a diferencia de otras zonas, como Prádena del Rincón y Bustarviejo no se han encontrado hasta el momento minerales de bismuto.

Por todo ello, es posible aventurar que las mineralizaciones de Tamajón son el resultado de una actividad hidrotermal tardía rica en plata, cuyos efectos han sido mucho más amplios que los que se ponen de manifiesto en este área de estudio.

Como se deduce del contenido geoquímico en elementos metalogénicos de las pizarras encajantes, estos valores no son anómalos para este tipo de rocas. Por lo tanto el aporte de elementos metalogénicos debe estar relacionado con la actividad magmática calcoalcalina del Sistema Central, cuyos representantes más cercanos al área de Tamajón son el plutón de La Cabrera en el O y las andesitas de Atienza en el E.

BIBLIOGRAFIA
ANCOCHEA, E.; PERNI, A., y HERNÁN, F.: *Caracterización geoquímica del vulcanismo del área de Atienza (provincia de Guadalajara, España)*. Estudios Geol., 36, 327-337 (1980).

APARICIO, A., y GALÁN, E.: *Las características del metamorfismo hercínico de bajo y muy bajo grado en el sector oriental del Sistema Central español (provincia de Guadalajara)*. Estudios Geol., 36, 75, 84 (1980).
CAPOTE, R.; CASQUET, C.; FERNÁNDEZ CASALS, M. J.; MORENO, F.; NAVIDAD, M.; PEINADO, M., y VEGAS, R.: *The precambrian in the Central part, of the Iberian Massif*. Estudios Geol., 33, 343-355 (1977).
GONZÁLEZ LODEIRO, F.: *Estudio geológico estructural de la terminación de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español)*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, 334 pp. (1980).
GUTIÉRREZ MARCO, J. C.; RÁBANO, I., y PRIETO NOGUEIRA, M.: *Nuevos hallazgos de fósiles en las pizarras ordovicicas de la vertiente meridional de Somosierra (Sistema Central)*. I Congreso Español Geol., 3, 127-137 (1984).
HAMMANN, W.; ROBARDERT, M., y ROMANO, M.: *The Ordovician System in southwestern Europe (France, Spain and Portugal)*. Public. Internat. Un. Geol. Sci., 11, 1-47 (1982).
HERNÁN, F.; PERNI, A., y ANCOCHEA, E.: *El vulcanismo del área de Atienza. Estudio petrológico*. Est. Geol., 37, 13-25 (1981).
IGME: *Proyecto de investigación de plata y oro en las zonas de Tamajón y Hiendelaencina* (1974).
LEVISON, A. A.: *Introduction to Exploration Geochemistry*. Ed. Applied Publishing LTD, 924 pp. (1974).
LOTZE, F.: *Stratigraphie und Tektonik des keltiberischen Grundgebirges*. Abh. Ges. Wiss. Gottingen, Math. Phys. Kl., Neue Folge, 14, 2, 1-317 (1929).
MARTÍNEZ FRÍAS, J.; VINDEL, E., y LUNAR, R.: *Estudio textural y metalogénico de la mineralización de Bustarviejo (Sierra de Guadarrama)*. Rev. Mat. y Procesos Geol. Fac. C. Geol., Madrid, t. II, pp. 177-192 (1984).
MAYOR, N.; VINDEL, F., y LUNAR, R.: *Estudio mineralógico de las mineralizaciones argentíferas de La Acebeda-Robregordo (Sierra de Guadarrama)*. Bol. Geol. Min. In lit. (1986).
MARTÍNEZ FRÍAS, J.: *Mineralogía metalogenia de las mineralizaciones de plata del sector oriental del Sistema Central*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense, Madrid, 379 pp. (1986).
SMIRNOV, M. I.: *Ore deposits of the URSS*. Ed. Pitman Publishing, vol. III, 492 pp. (1977).
SOERS, E.: *Stratigraphie et geologie structurale de la partie orientale de la Sierra de Guadarrama*. Studia Geol. Salm., 4, 7-94 (1972).
VINDEL, E., y GUMIEL, P.: *Estudio metalogénico de la mineralización de Ag de Prádena del Rincón (Sistema Central Español)*. Cuad. Geol. Ibérica, 7, 405-418 (1981).
VINDEL, E.: *Estudio mineralógico y metalogénico de las mineralizaciones de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español)*. Parte I. Bol. Geol. Min., t. 93-I, 33-58 (1982a).
VINDEL, E.: *Estudio mineralógico y metalogénico de las mineralizaciones de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español)*. Parte II. Bol. Geol. Min., t. 93-II, 120-145 (1982b).

Recibido: Julio 1986.